GIUSEPPE LEVI

L'ACCRESCIMENTO ORGANICO

ESTRATTO DA "SCIENTIA„ Rivista di Scienza
VOL. XXVII, ANNO XIV (1920), N. XCIII-1
(Gennaio 1920)

BOLOGNA
NICOLA ZANICHELLI

LONDON
WILLIAMS & NORGATE

PARIS
FÉLIX ALCAN

"SCIENTIA,,

Organo internazionale di sintesi scientifica – Revue internationale de synthèse scientifique
International Review of Scientific Synthesis.

Paraissant tous les mois par livraisons de 100 à 120 pages chacune.

DIRECTEUR

EUGENIO RIGNANO

"**Scientia**,, est la revue internationale la plus importante et la plus autorisée. Un simple coup d'œil jeté sur la liste de ses collaborateurs suffit à convaincre que bien rarement un si grand nombre d'éminents savants de tous les pays ont collaboré dans une revue.

"**Scientia**,, en effet a publié, entre autres, des travaux de MM.

Abbot (*Washington*)
Acqua (*Roma*)
Alexinski (*Pétrograd*)
André (*Lyon*)
Anile (*Napoli*)
Anthony (*Paris*)
Armellini (*Torino*)
Arrhenius (*Stockholm*)
Asher (*Bern*)
Ashley (*Birmingham*)
Barclay (*London*)
Bayliss (*London*)
Bechterew (*Pétrograd*)
Beichman (*Trondhjem*)
Beneš (*Prague*)
Betti (*Siena*)
Bigourdan (*Paris*)
Bohlin (*Stockholm*)
Bohn (*Paris*)
Bonar (*Ottawa, Canada*)
Bonfante (*Pavia*)
Bonnesen (*Kjöbenhavn*)
Borel (*Paris*)
Boswell (*Liverpool*)
Bottazzi (*Napoli*)
Bouasse (*Toulouse*)
Boutroux (*Poitiers*)
Bouty (*Paris*)
Bragg (*Leeds*)
Brillouin (*Paris*)
Brunhes (*Clermont-Ferrand*)
Bruni (*Padova*)
Bryan (*Bangor*)
Burdick (*New York*)
Cabrera (*Madrid*)
Caetani (*Roma*)
Cantone (*Napoli*)
Cardinali (*Bologna*)
Carli (*Brescia*)
Carnevale (*Palermo*)
Carpi (*Padova*)
Carracido (*Madrid*)
Carra de Vaux (*Paris*)
Carver (*Cambridge, U. S. A.*)
Castelnuovo (*Roma*)
Catellani (*Padova*)
Caullery (*Paris*)
Celoria (*Milano*)
Charlier (*Lund*)
Chatterton-Hill (*Moscou*)
Chwolson (*Pétrograd*)
Ciamician (*Bologna*)
Ciccotti (*Messina*)
Claparède (*Genève*)
Clark (*New-York*)
Collins (*London*)
Colombo (*Milano*)
Costantin (*Paris*)
Crommelin (*Greenwich*)
Crowter (*Cambridge, E.*)
Cuénot (*Nancy*)
Cunningham (*Cambr., E.*)
Cvijić (*Belgrad*)
Daly (*Cambridge, U.S.A.*)
Darwin (*Cambridge, E.*)
De Boissoudy (*Clermont-Ferrand*)
Delacroix (*Paris*)
Delage (*Paris*)
De Marchi (*Padova*)
De Martonne (*Paris*)
De Montmorency (*London*)
Demoor (*Bruxelles*)
Deonna (*Genève*)
De Vries (*Amsterdam*)
Diena (*Torino*)
Dionisi (*Modena*)
Durkheim (*Paris*)
Dussaud (*Paris*)
Dyson (*Greenwich*)
Eddington (*Greenwich*)
Edgeworth (*Oxford*)
Emery (*Bologna*)
Engelmeyer (*Moscou*)
Enriques, F. (*Bologna*)
Enriques, P. (*Bologna*)
Fabry (*Marseille*)
Fano, Gino (*Torino*)
Fano, Giulio (*Firenze*)
Favaro (*Padova*)
Fedozzi (*Genova*)
Findlay (*Aberystwith*)
Fisher (*New-Haven, U. S. A.*)
Foà (*Torino*)
Fournier d'Albe (*London*)
Fowler (*London*)
Fredericq (*Liège*)
Galante (*Roma*)
Galeotti (*Napoli*)
Gemma (*Bologna*)
Gide (*Paris*)
Gini (*Bologna*)
Giuffrida-Ruggeri (*Napoli*)
Goblot (*Lyon*)
Golgi (*Pavia*)
Goudy (*Oxford*)
Grammont (*Montpellier*)
Graziani (*Napoli*)
Gredilla (*Madrid*)
Gregory (*Glasgow*)
Guignebert (*Paris*)
Hartog (*Cork*)
Havet (*Paris*)
Heiberg (*Kjöbenhavn*)
Henslow (*Bournemouth*)
Herbertson (*Oxford*)
Hinks (*Cambridge, E.*)
Hearnshaw (*London*)
Hopkinson (*London*)
Houllevigue (*Marseille*)
Hückel (*Paris*)
Iñiguez (*Madrid*)
Janet (*Paris*)
Jespersen (*Gentofte*)
Jourdain (*Fleet*)
Kapteyn (*Groningen*)
Kaye (*Simla, India*)
Kidd (*Oxford*)
Kostyleff (*Pétrograd*)
Lalande (*Paris*)
Landry (*Paris*)
Langdon (*Oxford*)
Langevin (*Paris*)
Larmor (*Cambridge, E.*)
Lawrence (*Upton Lovel*)
Lebedew (*Moscou*)
Le Dantec (*Paris*)
Levi (*Firenze*)
Lévy-Bruhl (*Paris*)
Lloyd Morgan (*Bristol*)
Lodge (*Birmingham*)
Loisy (*Paris*)
Lorentz (*Haarlem*)
Loria, A. (*Torino*)
Loria, G. (*Genova*)
Lowell (*Flagstaff, Arizona, U. S. A.*)
Lucas (*London*)
Lugaro (*Modena*)
MacBride (*London*)
Matruchot (*Paris*)
Maunder, A. (*Greenwich*)
Maunder, E. W. (*Greenwich*)
Maunier (*Paris*)
Mazzarella (*Catania*)
Meillet (*Paris*)
Meunier (*Paris*)
Miceli (*Palermo*)
Michels (*Basel*)
Mieli (*Roma*)
Milhaud (*Paris*)
Millosevich (*Roma*)
Moreux (*Bourges*)
Muir (*Manchester*)
Napier (*London*)
Naville (*Genève*)
Pareto (*Lausanne*)
Peano (*Torino*)
Pearl (*Orono, U. S. A.*)
Perozzi (*Bologna*)
Perrier (*Paris*)
Pettazzoni (*Roma*)
Phillips (*Dublin*)
Picard (*Paris*)
Pierantoni (*Napoli*)
Piéron (*Paris*)
Pillet (*Paris*)
Pincherle (*Bologna*)
Pirotta (*Roma*)
Pizzetti (*Pisa*)
Poincaré (*Paris*)
Prenant (*Paris*)
Puiseux (*Paris*)
Rabaud (*Paris*)
Raffaele (*Palermo*)
Reinach (*Paris*)
Reuterskiöld (*Upsala*)
Rey (*Paris*)
Rey Pastor (*Madrid*)
Riccò (*Catania*)
Riccobono (*Palermo*)
Richards (*London*)
Righi (*Bologna*)
Rignano (*Milano*)
Rosa (*Firenze*)
Rose (*Cambridge, E.*)
Rota (*Como*)
Rouse (*Cambridge, E.*)
Russell, B. (*Cambridge, E.*)
Russell, E. S. (*London*)
Rutherford (*Manchester*)
Sagnac (*Lille*)
Sarton (*Bruxelles*)
Savorgnan (*Cagliari*)
Sayce (*Edinburgh*)
Schiaparelli (*Milano*)
Scialoja (*Roma*)
Scott, D. H. (*London*)
Scott, W. R. (*Glasgow*)
See (*Mare Island, California, U. S. A.*)
Seligman (*New York*)
Sergi (*Roma*)
Severi (*Padova*)
Sherrington (*Liverpool*)
Soddy (*Glasgow*)
Sollas (*Oxford*)
Starling (*London*)
Stoyanovic (*Belgrad*)
Struycken (*La Haye*)
Suali (*Pavia*)
Supino (*Pavia*)
Svedberg (*Upsala*)
Tannery (*Paris*)
Teixeira (*Lisboa*)
Thalbitzer (*Kiöbenhavn*)
Thomson (*Aberdeen*)
Thorndike (*New-York*)
Turner (*Oxford*)
Vacca (*Roma*)
Vallauri (*Napoli*)
Vallaux (*Paris*)
Vialleton (*Montpellier*)
Vinogradoff (*Moskou*)
Virgilii (*Siena*)
Volterra (*Roma*)
Von Zeipel (*Upsala*)
Walden (*Riga*)
Wallerant (*Paris*)
Webb (*London*)
Weiss (*Paris*)
Westergaard (*Kiöbenhavn*)
Westermark (*Helsingfors*)
White (*London*)
Wicksell (*Lund*)
Willey (*Montreal, Canada*)
Wright (*Dublin*)
Xénopol (*Jassy*)
Zeeman (*Amsterdam*)
Zeuthen (*Kjöbenhavn*)

"**Scientia**,, a une diffusion très largement internationale.

"**Scientia**,, figure dans toutes les bibliothèques scientifiques du monde.

— ***(Pour les abonnements voir la page 3 de la couverture).*** —

Si pubblica ogni mese.
Paraissant tous les mois.

1-I-1920

Published monthly.

Anno - Année / Year XIV. Vol. XXVII, N. XCIII-1 **Serie - Série / Series II.**

"SCIENTIA"

(RIVISTA DI SCIENZA)

Rivista internazionale di sintesi scientifica - Revue internationale de synthèse scientifique
International Review of Scientific Synthesis.

INDEX

BOLOGNA
NICOLA ZANICHELLI

LONDON
WILLIAMS & NORGATE

PARIS
FÉLIX ALCAN

Bureaux de la Revue: Milano, Foro Bonaparte, 43.

LE PROGRAMME DE "SCIENTIA„

"**SCIENTIA**„ *continue à développer avec succès son programme de synthèse scientifique visant à contrebalancer les fâcheux effets de la spécialisation scientifique à outrance. Elle ne traite que des sujets d'ordre tout à fait général et vise surtout aux rapports qui unissent les différentes sciences entre elles: elle tend par là à la sinthétisation et unification de la science. Elle fait appel, pour le développement de son programme, à la coopération des autorités scientifiques les plus éminentes de tous les pays. L'accueil favorable qu'elle a rencontré auprès de celles-ci, la collaboration tout à fait internationale et de premier ordre qu'elle a réussi à s'assurer, et la diffusion si large qu'elle a gagnée en peu de temps dans tout le monde démontrent combien son programme correspond à un vrai besoin du monde savant actuel.*

A la suite cependant des terribles événements qui ont mis l'Europe, et, avec elle, toute la civilisation humaine en péril, "**SCIENTIA**„ *a jugé de ne pas pouvoir s'enfermer dans sa tour d'ivoire de la synthèse abstraite, en restant impassible devant la réalité tragique de l'heure présente. Elle a par conséquent entrepris, d'abord, une enquête scientifique, maintenant close, sur les causes de la guerre. A présent, elle publie,* dans sa partie dédiée aux articles sociologiques, *une deuxième enquête sur toutes les autres questions, si nombreuses et si variées, d'intérêt international, auxquelles la guerre a donné ou donnera lieu: questions démographiques, ethnographiques, religieuses, économiques, juridiques, et ainsi de suite, d'ordre gé néral, qui ont déjà été soulevées, ou qui le seront, par ce vaste conflit, et qu'il est d'un suprême intérêt, scientifique aussi bien que pratique, de voir étudiées par nos éminents collaborateurs.*

Par cette nouvelle enquête sur les hautes questions actuelles d'ordre international "**SCIENTIA**„ *remplit une fonction d'un intérêt extrême et d'une importance très grande aussi bien du point de vue scientifique que pour la cause même de l'avenir de l'Europe et de la civilisation humaine.*

"**SCIENTIA**„ *publie ses articles dans la langue de leurs auteurs, et joint au texte principal* un supplément renfermant les traductions françaises de tous les articles non français. *Elle est ainsi complètement accessible à quiconque connaît la seule langue française.*

"**SCIENTIA**„ *publie aussi des* Notes critiques *sur des sujets d'actualité; des* Comptes rendus *sur tous les ouvrages d'intérêt général récemment parus; des* Revues générales *d'Astronomie, de Physique, Chimie, Biologie, Physiologie, Psychologie, Économie et Sociologie; des* Analyses *des articles les plus importants qui paraissent sur les principaux périodiques du monde; et enfin une* Chronique *(Congrès et Réunions - Nouvelles diverses) se tenant au courant de tous les événements de haute importance scientifique.*

Sommaires des numéros parus en 1919 (13.ème année)

Chaque livraison contient aussi:

Notes critiques - Comptes rendus - Revues générales - Revue des Revues - Chronique.

GIUSEPPE LEVI

L'ACCRESCIMENTO ORGANICO

ESTRATTO DA "SCIENTIA,, Rivista di Scienza
VOL. XXVII, ANNO XIV (1920), N. XCIII-1
(Gennaio 1920)

BOLOGNA
NICOLA ZANICHELLI

LONDON
WILLIAMS & NORGATE

PARIS
FÉLIX ALCAN

MILANO — TIPO-LIT. REBESCHINI DI TURATI E C.

Chiunque abbia avuto la pazienza di seguire al microscopio il destino di un organismo unicellulare o di una cellula di un tessuto durante la scissione e dopo, sa che ciascuno dei due nuovi individui è della metà più piccolo del progenitore; ben presto crescono finchè hanno una grandezza eguale a quest'ultimo, ma mai lo sorpassano. È questo il più semplice esempio di un meraviglioso fenomeno, dell'accrescimento, forse più di ogni altro indice dell'autonomia della sostanza organizzata; che essa sia l'espressione morfologica del predominio dell'anabolismo sul catabolismo, è di dominio comune.

Non sempre e non da tutti fu ben interpretato il concetto di accrescimento, specialmente nei suoi rapporti con quello di sviluppo. La definizione più comprensiva e più esatta mi sembra di « aumento di volume su materiale vivente, limitato, permanente ed irreversibile ». Fu affermato che l'accrescimento non va mai disgiunto da mutamenti di forma e di organizzazione, il che è inesatto, perchè quelle trasformazioni caratterizzano lo sviluppo; e l'uno e l'altro sono sovente associati durante l'ontogenesi, ma non di necessità, e non lo sono poi affatto nei periodi successivi.

Certamente il primo concetto ha preceduto il secondo nello svolgimento storico del pensiero umano; sin dagli albori dell'umanità l'aumento di grandezza delle piante e degli animali non poteva a meno di colpire l'imaginazione degli uomini, mentre il mutamento di forma e di organizzazione degli esseri viventi non fu svelato, finchè l'indagine biologica non dispose di raffinati mezzi di indagine. Ed infatti sappiamo che per tanti secoli predominò il principio, che la forma degli orga-

nismi preesistesse nel germe, e che l’ontogenesi consistesse essenzialmente in un aumento di volume di parti preformate, errore che derivava dalle tendenze preformistiche eccessive predominanti nel passato e che era destinato ad essere cancellato solamente in un’epoca relativamente recente per opera di Caspar Wolff e di von Baer, il fondatore dell’Embriologia, per essere sostituito dal principio epigenista della differenziazione morfologica di parti in origine uniformemente costitute.

L’uovo fecondato si divide in tutti gli animali in cellule di grandezza decrescente, i blastomeri, i quali ad un certo periodo si rivelano talora differenti per forma, e sempre dotati di potenzialità diverse; e questo basta per considerarli come differenziati e per giudicare la segmentazione come un fenomeno di sviluppo. Ebbene, ciononostante la sostanza dell’uovo non si accresce, ed anzi talora la sua massa globale diminuisce, per eliminazione di una parte del protoplasma dei blastomeri.

Durante la segmentazione il germe si sviluppa adunque senza aumento di massa, ma quando questa è terminata, le cellule nell’intervallo fra una divisione e l’altra raggiungono il volume della cellula madre, e da allora in poi per tale circostanza la massa globale dell’embrione si accresce, mentre nello stesso tempo intervengono mutamenti nella sua architettura e nell’intima struttura delle sue cellule; durante questo periodo l’evoluzione dell’embrione è la risultante di un accrescimento e di una differenziazione delle sue parti.

In un terzo periodo infine i fatti differenziativi si fanno meno pronunziati, e si arrestano quando l’organismo ha la forma e la costituzione definitiva; allora l’organismo è pienamente sviluppato, ma non è adulto, perchè il suo accrescimento non è terminato; esso può essere definito come una miniatura della forma adulta. Il periodo che intercede fra il raggiungimento dello sviluppo completo e lo stato adulto, periodo che può essere lunghissimo e può anche protrarsi per tutta la vita, è appunto caratterizzato da una dissociazione fra accrescimento e sviluppo, ma in senso opposto a quello che si ha durante la segmentazione dell’uovo.

Tale dissociazione si verifica nella forma più tipica in molti Molluschi, Crostacei, Pesci e Rettili; nei Mammiferi la forma giovanile è simile, ma non identica a quella adulta, e ciò specialmente per la tardiva evoluzione degli organi della

sfera sessuale, mentre molti altri animali divengono sessualmente maturi assai prima che l'accrescimento sia terminato.

Però anche fra i Mammiferi non mancano eccezioni a quella norma: il vitello diviene sessualmente maturo al 2° anno di vita, sebbene continui a crescere sino all'8° anno.

Un periodo di tempo assai lungo separa il termine dello sviluppo da quello dell'accrescimento nei Pesci; le sogliole del mare del Nord continuano a crescere sino al 30° anno, ma già nei primi anni di vita sono sessualmente mature e perfettamente formate; i maschi al 3° anno, le femmine al 5°. Altri esempi di accrescimento senza differenziazione si ritrovano anche all'infuori dello sviluppo embrionario: nella coltivazione dei tessuti fuori dell'organismo, con trapianti successivi in serie si può avere un aumento rilevantissimo nella massa delle cellule di fronte a quella iniziale, ma la struttura ed i rapporti vicendevoli di queste possono mantenere i caratteri primitivi. Così pure nei neoplasmi maligni si ha un aumento enorme nel numero delle cellule neoplastiche, senza che queste, nè nel tumore primitivo nè nelle metastasi accennino a modificare la loro struttura.

Limiti, durata, velocità, periodicità.

Ho definito l'accrescimento organico come limitato, il che stabilisce una differenza profonda di fronte all'accrescimento illimitato della materia inorganica. Si tratta di una nozione di dominio comune: gli animali e le piante non crescono all'infinito; ma questo limite varia immensamente da un organismo all'altro, assai più nei pluricellulari che negli unicellulari [1], ed assai più negli organismi che negli elementi costitutivi dei loro tessuti; prescindendo da alcune eccezioni i limiti di variazione delle cellule sono assai ristretti, da 0,005 a 0,05 mm. (legge della grandezza cellulare fissa di Driesch).

La grandezza raggiunta dal soma rappresenta un importante carattere di specie o di razza; le variazioni individuali sono di lieve entità. È evidente che la lotta per la vita ha negli animali molta influenza nel regolarla; e così ci spie-

[1] Nei Protozoi troviamo le forme più grandi fra quelle estinte; ricorderemo l'esistenza di Nummuliti fossili di 6 cm. di diam. Si ritiene generalmente che la presenza di uno scheletro abbia importanza meccanica e permetta lo sviluppo di forme più grandi.

ghiamo come il limite di grandezza possa essere più elevato negli organismi vegetali che negli animali. Si ammette generalmente che la selezione tenda ad eliminare le forme gigantesche; e sta il fatto che almeno in molte classi le forme gigantesche dell'epoca ternaria e quaternaria (Charcarodon megalodon, gli Ichtiosauri colossali, ecc.) si sono estinte.

I fattori della grandezza corporea dei singoli individui, o con altre parole le cause per cui l'accrescimento ha nei singoli casi limiti tanto diversi, sono oscure e poco studiate.

Si potrebbe supporre che la massa protoplasmatica iniziale avesse influenza; ed invero la fondamentale esperienza di Driesch sulle uova di Echinodermi, confermata da Herlitzka nel Tritone, che la grandezza corporea di una larva è proporzionale al valore germinale, cioè è della metà più piccola del normale, se la larva proveniva da un blastomero allo stadio a 2, di 1/4 se proveniva da un blastomero allo stadio a 4 e così via, avvalorerebbe tale supposizione.

Ma d'altra parte il confronto fra uova di Mammiferi di grandezza diversissima dimostra il contrario; non di rado specie più grandi hanno uova mature più piccole di altre destinate ad avere una grandezza somatica di gran lunga inferiore.

Escluso che la massa protoplasmatica iniziale del germe abbia influenza sulla grandezza definitiva, consideriamo il valore che può avere la durata dell'accrescimento, che Weissmann ritiene sia un fattore essenziale di quella; ed appare invero intuitivo, che la costruzione di un corpo più grande richieda un periodo di tempo più lungo.

Anche la durata dell'accrescimento è altrettanto variabile del suo risultato definitivo. Negli organismi vegetali può essere assai più lunga che negli animali; si conoscono piante nelle quali l'accrescimento dura da decine di secoli, mentre per gli animali non appare ben dimostrato che sia stato oltrepassato il III secolo; anzi nelle prime sussistono fattori, di cui diremo, che concedono un accrescimento indefinito; però in realtà questo è sempre troncato da cause accidentali.

In alcuni animali l'accrescimento ha una breve durata, ed è seguíto da un periodo di stato che si protrae sino alla morte.

Tale è il caso di alcuni Insetti, che divengono adulti alla fine del periodo larvale, di alcuni Anfibî, degli Uccelli e Mammiferi, esclusi forse i Cetacei. Ma in molti Crostacei, Mol-

luschi, Pesci e Rettili, l'accrescimento diminuisce a poco a poco di intensità, ma si protrae per un periodo lunghissimo e probabilmente non è troncato che dalla morte. La riprova incontestabile non ne fu invero data, opponendovisi delle difficoltà pratiche evidenti.

In massima una certa proporzionalità, ma non rigorosa, fra grandezza somatica definitiva e durata dell'accrescimento sussiste; e le eccezioni non sono rare. Negli animali ad accrescimento indefinito di cui abbiamo parlato poco fa, non sempre il soma diviene assai cospicuo. E per i Mammiferi Rubner rileva, che i grandi animali diventano più rapidamente adulti dei piccoli; l'uomo fa eccezione. Nella pecora il periodo di accrescimento è incomparabilmente più breve che nell'uomo; il periodo intrauterino dura nella prima la metà di fronte al secondo, sebbene le due specie alla nascita abbiano eguale peso. Così tanto nella cavia che nel coniglio il periodo di crescenza èxtrauterina non si protrae più di un anno, eppure dal punto di vista della mole somatica il risultato è ben diverso.

Weissmann ritiene, che la grandezza corporea sia proporzionale oltrechè alla durata dell'accrescimento anche alla durata della vita. Correlazione che si dimostra in massima esatta nei Mammiferi (per ricordare i casi estremi l'elefante vive 150 anni, il topolino da 5 a 6), ma non in altri animali. Si riferisce che un'Attinia visse in cattività per 67 anni, un luccio per 267 anni; e si sa che queste specie non diventano mai grandi. Fra i Molluschi due specie di grandezza tanto diversa, quali Tridacna e l'ostrica perlifera, vivono l'una e l'altra sino a 100 anni. Ed i pappagalli sono anche più longevi.

È evidente che nelle specie nelle quali l'accrescimento si esaurisce entro un termine di tempo più breve debba essere più veloce; ed anche la velocità, come la durata, è una proprietà insita alla specie. Rubner ha studiato con profondità tale lato del problema. Per riferirci all'esempio sopra citato della cavia e del coniglio, in quest'ultimo, che finisce coll'acquistare un volume maggiore, l'accrescimento quotidiano è 5 volte più rilevante che nella cavia.

Dai calcoli di Rubner appare, che il coniglio impiega solamente 6 giorni a raddoppiare il peso che aveva alla nascita, la pecora 15, il cavallo 60, l'uomo 180.

Il periodo richiesto per il raddoppiamento del peso ini-

ziale è adunque una costante della specie ed è indipendente dal peso definitivo.

Nonostante differenze tanto rilevanti, la quantità di energia espressa in calorie adoperata per il raddoppiamento del proprio peso è nelle varie specie, fuorchè nell'uomo, la stessa, tanto se si tratta di una specie che cresce lentamente o rapidamente. Nell'uomo l'intenso ricambio energetico, sproporzionato all'aumento di massa relativamente lieve verrebbe utilizzato, secondo Rubner, all'aumento dell'encefalo, che è nell'uomo, relativamente al peso del corpo, tanto più voluminoso che in tutti gli animali.

La velocità di accrescimento, nonostante la sua costanza nelle singole specie, è suscettibile di essere modificata da varî fattori. Nei Poichilotermi in misura rilevantissima dalla temperatura; nelle larve di rana l'accelerazione è, secondo Hertwig, proporzionale alla temperatura; Peter, il quale l'ha studiata nelle larve di Echinodermi, ritenne che questa potesse essere ricondotta alla legge di Vant' Hoff della velocità di reazione; ciò fu però contradetto da Krogh e da Terni. Un'accelerazione, o rispettivamente un ritardo fu notato per l'azione di alcuni ioni; il primo risultato fu ottenuto col ione Potassio, il secondo col ione Sodio e più ancora col ione Calcio. Altri fattori ancora furon riconosciuti efficaci; l'alimentazione, l'estensione della superficie dell'acqua nella quale le larve sono contenute, in modo che l'aereazione sia favorita. Infine alcuni ormoni attiverebbero l'accrescimento, altri lo ritarderebbero; fra i primi ricorderemo l'ormone ipofisario.

La velocità di accrescimento oltre che variare da specie a specie, non è sempre costante in una stessa specie. Noi abbiamo accennato, che l'intensità dell'aumento di massa tende a farsi progressivamente minore, ed appunto tale diminuzione dipende dal rallentamento della velocità.

Le curve costruite da Minot, le quali indicano la velocità di accrescimento nella cavia, dimostrano, che questa è grandissima nelle fasi precoci dell'ontogenesi; l'aumento quotidiano di peso di fronte a quello iniziale che è dapprima del 1000 % al giorno, si riduce a poco a poco, ed è alla nascita soltanto del 5,5 %; e questa cifra si abbassa progressivamente durante il periodo extrauterino. Ma se cause estrinseche determinano un'accelerazione, questa è seguíta tosto da un rallentamento; oppure può accadere l'inverso. Nel periodo embrionale del

pollo furono notati da Fischer dei periodi di accrescimento più attivo, seguíti da altri di rallentamento.

Anche nell'accrescimento postfetale dell'uomo si ha un certo grado di periodicità; sono conosciute e ben studiate le fasi di più attivo aumento somatico; e quando cause morbose oppure insufficiente alimentazione lo ritardano, un'accelerazione successiva può far sì che il risultato definitivo non venga modificato.

In alcune specie, nelle quali l'accrescimento si protrae per molti anni, la periodicità è assai regolare, e le oscillazioni corrispondono alle stagioni. In varî Teleostei i periodi annuali sono indicati da una singolare stratificazione concentrica delle ossa; gli strati più spessi stanno a testimoniare la deposizione di una maggiore quantità di tessuto osseo, e corrispondono ad un accrescimento superiore di tutto l'organismo, quale si verifica durante l'estate, gli strati più sottili corrispondono al periodo autunnale, nel quale l'accrescimento è minore; un limite netto fra strati vicini indica l'arresto invernale. E talora quest'ultimo è accompagnato perfino da consumo dei tessuti, nonostante la depressione nel ricambio per la mancata ingestione di alimenti. Il salmone può perdere sino al 25 % del proprio peso in quei periodi di sosta.

Fondamento strutturale dell'accrescimento.

A quali mutamenti nella struttura degli organi si deve l'incremento della massa corporea? Perchè è intuitivo, che quest'ultimo non è che l'esponente più grossolanamente apprezzabile di fatti, i quali si svolgono nell'ambito delle cellule o dei prodotti di queste. Si tratta solamente di definire se esso dipenda da aumento del numero, oppure nel volume delle cellule, od infine da tutti e due i fattori, e quale parte vi abbiano le sostanze intercellulari. L'argomento è poco conosciuto e su di esso sono assai diffuse delle concezioni errate.

Durante un primo periodo dell'ontogenesi, che corrisponde all'abbozzarsi degli organi (Roux), l'accrescimento dell'embrione è indiscutibilmente la risultante di divisioni che si susseguono rapidamente e che conducono ad un aumento numerico delle cellule. Ma più tardi, quando incomincia la differenziazione istologica, singole cellule, nelle quali sono apparsi dei caratteri specifici, da quel momento in poi non pos-

sono più dividersi, appunto per il fatto della loro differenziazione, e la moltiplicazione cellulare diviene esclusivo retaggio delle cellule rimanenti, che hanno tuttora i caratteri embrionali. E quanto più inoltrata è l'evoluzione, le prime, cellule differenziate (somatiche secondo i botanici), tendono a prevalere per numero sulle seconde, cellule embrionali; ne consegue che le divisioni cellulari diradano, il che è espresso dal rallentamento dell'accrescimento relativo del soma; la brusca discesa della curva alla nascita coincide con una più vasta differenziazione degli organi, la quale è collegata ad un ulteriore diradarsi delle cellule embrionali, e probabilmente anche ad un più lungo intervallo fra una mitosi e l'altra, non ad un rallentamento del ritmo della mitosi, il quale, come appare da ricerche eseguite su cellule coltivate in vitro, è indipendente dall'intensità dell'accrescimento.

Nelle piante somatofite, dopo che si è prodotta la differenziazione delle cellule del fusto e delle foglie, il primo si allunga per l'attività delle cellule embrionali dell'apice vegetativo, la riserva delle quali non si esaurisce, salvo rare eccezioni, e che assicura l'allungamento della pianta per un periodo indefinito; parimenti la zona detta cambiale contiene elementi embrionali, che moltiplicandosi determinano l'incremento nello spessore del tronco. Se le cellule embrionali si differenziassero tutte, la pianta verrebbe ad essere formata solamente da cellule somatiche, e l'accrescimento si arresterebbe non solo, ma per la brevità della vita delle cellule somatiche sarebbe seguíto dopo poco tempo dalla morte della pianta.

Nei tessuti dei Metazoi noi ritroviamo parimenti durante l'accrescimento quelle due varietà di cellule, dotate di caratteri morfologici e di potenzialità diversa; ma contrariamente a quello che avviene nelle Dicotiledoni le cellule embrionali sono disseminate in tutti gli organi fra quelle con caratteri specifici, e colla loro attività contribuiscono all' incremento degli organi; ne consegue che questo è interstiziale e non si produce per apposizione di sostanza.

Inoltre Bizzozzero ha dimostrato che, almeno nei Vertebrati, la differenziazione si produce nei varî organi in fasi diverse dell'accrescimento, e per conseguenza il numero delle cellule embrionali varia assai nei singoli periodi della vita.

Negli epitelî di rivestimento, in alcune ghiandole e negli organi ematopoietici vi sono durante tutto l'accrescimento ed

anche dopo il termine di questo, sino alla morte, delle cellule embrionali, le quali moltiplicandosi e poi differenziandosi hanno il compito di risarcire l'usura continua delle cellule differenziate, che dipende in parte forse da cause intrinseche, ma a quella non sono certo estranei i traumatismi a cui sottostanno. Gli organi costituiti prevalentemente da quei tessuti vengono denominati appunto per questo ad elementi labili, e noi li ritroviamo nelle regioni più esposte a cause nocive.

In altre ghiandole (il fegato, il rene, ecc.) e nei tessuti di sostegno le cellule embrionali si trasformano tutte in elementi specifici al termine dell'accrescimento; e da quel momento e durante il periodo di stato, sino alla morte, un rinnovamento degli elementi costitutivi non è più concesso. Questi organi furono definiti ad elementi stabili.

Negli animali nei quali il termine dell'accrescimento coincide probabilmente colla morte, rimane una riserva di elementi embrionali anche negli organi ad elementi stabili; ma l'attività di questi deve divenire sempre più scarsa, se si ripensa alla lentezza dell'accrescimento in questi animali, specialmente quando è inoltrato. Ma quel che più importa, ad essi non spetta la funzione di riparare alle perdite, come negli organi ad elementi labili, bensì di assicurare l'incremento degli organi.

Noi vediamo adunque come negli organi ad elementi stabili e labili sussistono le condizioni anatomiche, le quali concedono un aumento nel numero delle cellule, durante l'accrescimento nei primi, durante tutta la vita nei secondi; ed è per questa via che quegli organi a preferenza si ingrandiscono, anzichè per aumento di volume delle singole cellule; il vantaggio che ne deriva è rilevante, se si considera che ad esse non è concesso, senza danno per il metabolismo, per la sproporzione fra superficie e volume che si stabilirebbe, un aumento di volume oltre un dato limite (legge di Spencer).

Un certo grado di ingrandimento delle cellule avviene invero in alcuni fra quegli organi nel momento della differenziazione, ma è assai limitato e ad ogni modo sempre indipendente dalla grandezza del soma.

Un'importanza assai maggiore di fronte a quest'ultimo fattore hanno nell'accrescimento di quegli organi le sostanze intercellulari. Alludo a quei costituenti di alcuni tessuti (nei Vertebrati di quelli di sostegno) che sono il risultato dell'at-

tività delle cellule, ma finiscono col non avere con queste alcuna continuità morfologica e solamente in via indiretta risentono l'influenza delle cellule, non di rado scarse, che sono in essi contenute; vi appartengono la sostanza fibrillare dei tendini e delle aponeurosi, la sostanza detta fondamentale (pure a struttura fibrillare) delle ossa e delle cartilagini; ed è innegabile che queste sostanze nei periodi tardivi si accrescono in modo autonomo, per scissione delle fibrille, senza che risulti l'influenza su di essi esercitata dalle cellule, e senza che queste aumentino di numero.

Si tratta di un'altra varietà di accrescimento diversa da quelle fin qui considerate, alla quale le cellule sono estranee; e non è neppure determinabile la sfera di influenza esercitata da ciascuna cellula.

Negli organi ad elementi perenni, il sistema nervoso ed i muscoli striati, la differenziazione si inizia in fasi assai precoci dell'ontogenesi e la riserva di cellule embrionali diminuisce e si esaurisce prestissimo, in alcuni organi ancora nel periodo embrionale; dal quel momento l'aumento numerico delle cellule non è più concesso, e l'incremento dell'organo avviene di necessità solamente per aumento di volume degli elementi specifici. Anche questo processo continua ininterrotto durante tutto l'accrescimento somatico, ma diviene progressivamente meno intenso. Inoltre esso è direttamente proporzionale alla durata del periodo di accrescimento ed alla grandezza definitiva dell'individuo. È opportuno precisare quest'importante particolare.

Sebbene negli organi ad elementi perenni degli animali più grandi una più rilevante riserva di cellule embrionali, nelle fasi precoci (nelle quali la differenziazione non è ancora completa) conceda la formazione di più numerose cellule specifiche che nei piccoli animali, negli uni e negli altri il numero delle cellule specifiche ad una certa fase si fissa, e l'ulteriore evoluzione dipende solamente da aumento in volume delle singole cellule, lo ripetiamo; ma tale aumento sarà più elevato nei grandi che nei piccoli animali, per la più lunga durata del periodo di accrescimento e per il limite superiore a cui le cellule tendono.

Da un confronto fra le due curve di accrescimento delle cellule gangliari nella pecora e nel topolino emerge, che durante il periodo embrionale ed anche durante una fase dell'ac-

crescimento fetale, l'aumento di volume delle cellule è quasi identico nell'uno e nell'altro, ma il divario si manifesta a favore della pecora verso la fine dell'accrescimento fetale e si accentua sempre più nel periodo postfetale.

L'incremento della massa della cellula nervosa conduce ad una crescente complicazione della sua forma, cosicchè in tal caso, come in tanti altri, l'accrescimento non va disgiunto da differenziazione. Per non ricordare che i fatti essenziali, la cellula subito dopo la sua differenziazione, la quale è indicata dalla comparsa delle neurofibrille nel citoplasma, emette il prolungamento cilindrassile, che cresce presto in lunghezza ed arriva all'organo periferico a cui è destinato, oppure ad altra regione dei centri nervosi; poi appaiono i prolungamenti protoplasmatici, che crescono e si ramificano sempre più riccamente, sopratutto nei periodi tardivi dell'accrescimento.

Nei gangli sensitivi e simpatici avviene una lobulazione del corpo cellulare, la quale conduce alla costituzione di fibre a clava terminale, e queste, se numerose, si avvolgono intorno alla cellula in complicati plessi; oppure si scavano nel protoplasma periferico dei larghi canali, e per tale fatto il protoplasma diviene fenestrato per un'estensione limitata dapprima, assai vasta più tardi; e la zona fenestrata per assottigliamento delle trabecole può apparire in forma di una fine rete.

Che queste varietà di accrescimento siano le più favorevoli al metabolismo è evidente; ed infatti alcune di esse (il fenestramento e le fibre clavate) si riscontrano solamente nelle specie di gran mole; in questi casi la cellula stimolata a crescere, ma nell'impossibilità di oltrepassare il limite imposto dalla legge di Spencer, aumenta la propria massa nella forma più favorevole al metabolismo. Anche i prolungamenti protoplasmatici, propaggini deputate essenzialmente alla funzione specifica, crescono sempre suddividendosi in rami sottili, cioè estendendo al massimo la propria superficie; ed anche questo tanto più, quanto più grande è la cellula e rispettivamente il soma.

Ma è sopratutto nelle specie ad accrescimento protratto che l'entità dell'aumento della cellula nervosa e delle trasformazioni che ne conseguono sono veramente imponenti; nel pesce luna (Orthagoriscus mola) ho constatato, che il volume di molte cellule dei ganglî sensitivi diviene oltre 1500 volte più grande in un esemplare di 80 kg. di fronte ad un

altro assai più giovane di 3 kg. di peso, e la costituzione della zona fenestrata diviene incomparabilmente più estesa. In altre specie di gran mole ad accrescimento protratto (Pesci, Chelonî e Cefalopodi) furono constatati fatti analoghi, dimodochè io mi formai il convincimento che in tutte le specie nelle quali l'accrescimento si protrae sino alla morte, le trasformazioni del sistema nervoso non si arrestino mai.

Il parallelismo fra accrescimento delle cellule nervose ed accrescimento somatico rappresenta l'espressione più tangibile della correlazione esistente fra le varie parti di un neurone, corpo cellulare e cilindrasse, e delle connessioni che ciascun neurone assume con neuroni vicini e con elementi di altri organi per i bisogni della vita di relazione. Perchè col progresso dell'accrescimento somatico le arborizzazioni periferiche e centrali dei cilindrassi si fanno più complesse e più estese, tanto più, quanto maggiore diviene la mole del soma.

Una riprova della correlazione esistente fra territorio di innervazione e grandezza delle cellule nervose fu recentemente data collo studio anatomico della coda rigenerata di un Rettile; nel Gongylus, come in altri Saurî, all'innervazione della coda rigenerata presiedono solamente gli ultimi tre segmenti sovrastanti immediatamente al punto in cui avvenne la mutilazione, anzichè, come nella coda normale, il midollo ed i ganglî caudali, i quali non rigenerano; ebbene Terni ha dimostrato, che per effetto della maggior estensione del territorio innervato da ciascuna cellula, gli elementi dei ganglî di quei tre segmenti diventano tre volte più grandi che in condizioni normali; ed anche nelle cellule motrici del midollo si nota un rilevante ingrandimento.

Questo risultato è importante anche da un altro punto di vista; perchè si dimostra la possibilità da parte delle cellule nervose di oltrepassare la grandezza tipica per la specie; si tratta di una vera ipertrofia funzionale paragonabile a quella già conosciuta da varî anni per un altro tipo di elementi perenni, per le fibre muscolari striate.

I fatti riferiti ci autorizzano a concludere, che nè la massa protoplasmatica iniziale del germe, nè la durata, nè la velocità dell'accrescimento sono fattori essenziali della grandezza definitiva, ma che questa non può dipendere altro che da proprietà insite al germe e trasmesse ereditariamente, in conseguenza delle quali gli elementi costitutivi sottostanno ad un

numero di divisioni che varia nelle singole specie; e negli organi nei quali per la precoce differenziazione vengono a far difetto le cellule embrionali capaci di dividersi, al fattore moltiplicazione cellulare sussegue un secondo fattore, l'incremento nella grandezza delle singole cellule, che è di grado tanto più elevato quanto più lungo è l'accrescimento e quanto più grande è il soma.

Abbiamo definito l'accrescimento come un processo irreversibile e tale si rivela in massima. Però nella rigenerazione di organismi inferiori ed anche in quella di qualche tessuto di organismi superiori, indiscutibilmente si produce una differenziazione od anaplasia di cellule specificamente differenziate, per cui riprendono i caratteri embrionali e la proprietà di moltiplicarsi; inoltre le interessanti ricerche di Child, eseguite saggiando l'attività metabolica di organismi e di tessuti con metodi delicati (biometro di Tashiro e sensibilità di fronte al cianuro di potassio), hanno dimostrato, che la differenziazione morfologica va congiunta ad una depressione del metabolismo, l'anaplasia ad un aumento.

Nelle Planarie, in Clavellina ed in altre specie, durante i processi rigenerativi l'anaplasia interessa un numero tanto rilevante di cellule e la loro attività diviene rigogliosa al punto, che frammenti del corpo dell'animale possono ricostituire tutto l'organismo. Altrettanto interessante è l'enorme riduzione che fu riscontrata nel corpo delle Planarie tenute a digiuno; si ha in quelle condizioni un vero ringiovanimento di tutto l'organismo, dimostrato sia dal potere che ha di crescere, purchè sia di nuovo nutrito a tempo opportuno, sia dall'elevamento nel ricambio, apprezzabile col biometro e colla sensibilità di fronte al cianuro di potassio.

Nei Vertebrati l'anaplasia è sempre limitata, quando avviene, a gruppi di cellule, ed al ringiovanimento di tutto l'organismo si oppone l'elevata differenziazione delle cellule nervose, che tutto lascia supporre irreversibile.

Torino, Università.

"SCIENTIA,,

Toute correspondance ou envoi concernant la direction ou la rédaction, doit être adressé respectivement à la *Direction, Milan, Foro Bonaparte, 43,* ou bien au *Secrétaire de la Rédaction, M. le Docteur* PAOLO BONETTI, *même adresse.*

On est prié d'adresser les **demandes d'abonnement** à:

NICOLA ZANICHELLI, *Bologna,* pour l'Italie et les Colonies italiennes.

F. ALCAN e R. LISBONNE, *Paris,* pour la France et les Colonies françaises.

WILLIAMS & NORGATE, *London,* pour la Grande Bretagne, l'Irlande, les Colonies anglaises et l'Amérique du Nord.

RUIZ HERMANOS, *Madrid,* pour l'Espagne, le Portugal et l'Amérique du Sud.

THE MARUZEN COMPANY, *Tokyo,* pour le Japon et la Chine.

Les abonnements pour tous les autres pays de l'Europe et hors d'Europe peuvent être demandés directement à l'éditeur Nicola Zanichelli, Bologna, ou à l'un ou à l'autre des Représentants nommés plus haut, ou bien aussi à l'Administration Centrale de « Scientia », 43, Foro Bonaparte, Milano.

PRIX ANNUEL D'ABONNEMENT

Italie: lire **42,50**

Union Postale: frs. **47,50** — ou **38** sh.

BIBLIOTECA DI OPERE SCIENTIFICHE